

## Verfahren zur Reparaturlackierung von Fehlstellen in Einbrennlackierungen mit Pulverlacken

**Publication number:** DE19927041

**Publication date:** 2000-12-21

**Inventor:** THIELE OLAF (DE); RETTIG ARMIN (DE)

**Applicant:** HERBERTS GMBH & CO KG (DE)

**Classification:**

**- international:** *B05D7/14; B05D3/02; B05D5/00; B05D7/24; B05D3/02; B05D7/14; B05D3/02; B05D5/00; B05D7/24; B05D3/02; (IPC1-7): B05D3/06; B05D1/12; C08J3/28; C09D5/03*

**- European:** B05D5/00C

**Application number:** DE19991027041 19990614

**Priority number(s):** DE19991027041 19990614

**Also published as:**



WO0076678 (A3)

WO0076678 (A2)

EP1192013 (A3)

EP1192013 (A2)

US7018682 (B1)

more >>

**Report a data error here**

### Abstract of DE19927041

The invention relates to a method for refinishing defects in a stoved enamel. According to said method, the defect that is ready for refinishing is coated with a powder coating agent or an aqueous powder coating slurry. The powder coating that is applied is then burnt on and hardened by means of exposure to near infrared radiation.

---

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



Europäisches  
Patentamt  
European Patent  
Office  
Office européen  
des brevets

[Claims of DE19927041](#)[Print](#)[Copy](#)[Contact Us](#)[Close](#)

## Result Page

Notice: This translation is produced by an automated process; it is intended only to make the technical content of the original document sufficiently clear in the target language. This service is not a replacement for professional translation services. The esp@cenet® Terms and Conditions of use are also applicable to the use of the translation tool and the results derived therefrom.

1. Procedure for the repair characterized by defects in a Einbrennlackierung, by the fact that the defect ready for the repair lacquer finish is coated with a powder coating coat means or an aqueous Pulverlackslurry and the applied powder coating afterwards by illuminating with close infrared radiation (NIR) is melted and hardened.
2. Procedure according to requirement 1, by the fact characterized that it is accomplished to the repair more burned by defects within coat layers erstellter from powder coatings.
3. Procedure according to requirement 1 or 2, by the fact characterized that it is accomplished to the repair by defects within on motor vehicles and their parts of applied Einbrennlackierungen.
4. Procedure after one of the requirements 1 to 3, by the fact characterized that it is accomplished to the repair clear films of varnish burned by defects in outside, visible.
5. Marked procedure after one of the requirements 1 to 4, by it that the defects are prepared for repair lacquer finish, in particular by loops, milling, treatment of the defects with a laser and/or cleaning.
6. Procedure after one of the requirements 1 to 5, by the fact characterized that the irradiation with NIR radiation takes place in the wavelength coverage from 760 to 1500 Nm.
7. Procedures after one of the requirements 1 to 6, by it marked that NIR emitters is used, those for the adjustment to the defect which can be repaired laminar, or line or punctiformly focused to radiate can.
8. Procedure after one of the requirements 1 to 7, by the fact characterized that the NIR irradiation is accomplished combined with conventional heat sources.
9. Procedure after one of the requirements 1 to 8, by the fact characterized that it is accomplished with a powder coating or an aqueous Pulverlackslurry, which exhibits the same solid composition like before the lacquer assigned for the production those which can be repaired, defects exhibiting baking enamel layer.

▲ top

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



Europäisches  
Patentamt  
European Patent  
Office  
Office européen  
des brevets

[Description of DE19927041](#)
[Print](#)
[Copy](#)
[Contact Us](#)
[Close](#)

## Result Page

Notice: This translation is produced by an automated process; it is intended only to make the technical content of the original document sufficiently clear in the target language. This service is not a replacement for professional translation services. The esp@cenet® Terms and Conditions of use are also applicable to the use of the translation tool and the results derived therefrom.

The invention concerns the repair lacquer finish coat layers with powder coat means, burned by defects within.

Lacquer defects as for example Krater, depressions, scratches or dirt inclusions within burning coat layers, for example within burned coat layers made of powder coatings can be repaired with liquid lacquers. The repair procedure is time-consuming and labor intensive. For example the hardening by precipitation of the repair lacquer causes the effect of increased temperatures during a sufficiently long period. If it concerns with to repair-paint itself the substrates temperature-sensitive substrates, then the object temperature can be not arbitrarily highly selected. In case of to repair-paint substrates with a mixed structure from temperature-sensitive and temperature-insensitive construction units it will proceed generally in such a way that the temperature-sensitive construction units before the temperature influence are diminished, for example in the burning furnace and cultivated afterwards again. These measures obstruct and raise the price of in particular series painting processes, for example the lacquer finish of automobiles with filler, covering or clear lacquers.

A special problem during the repair lacquer finish of outside, visible burning post primers with liquid lacquers, made of powder coatings, is to be implemented it, the repair lacquer finish so that the repaired place is not noticeable optically, for example regarding colour agreement or gloss. In the case of the repair of burned powder clear films of varnish may itself besides no substantial deviation between the refractive indices of the burned powder clear lacquer and the hardened repair clear lacquer result in.

Procedures for the repair of defects in films of varnish under avoidance of the usual thermal hardening by precipitation by convection or usual IR irradiation are well-known from the DE-A-38 33,225, DE-A-197 20,894 and DE-A-197 20,946. The procedures described there work with laser light as energy source for the hardening by precipitation of the repair lacquer.

From the EP-A-0 842,710 a procedure for the repair is defect a filling material milled out for example rebored by defects in powder coating layers well-known, with which in to the repair prepared, or is used and with it connected. Preferred the filling material corresponds thereby to the dimensions of the prepared defect. The EP-A-0 887,118 improves from EP-A-0 842,710 well-known procedures regarding the attainable quality of the repaired defect, as from EP-A-0 842,710 well-known procedures it is implemented in such a way that the connection takes place from filling material and defect under effect from pressure. The procedures of the EP-A-0 842,710 and EP-A-0 887,118 avoid the disadvantages of the repair of defects in powder coating layers by means of liquid lacquers, are however nevertheless complex due to the necessary supply of the filling materials, in particular in the defect adapted dimension which can be repaired.

In the contribution ?very fast hardening by precipitation of powder coating? (dock bar, JOT 2/98, page 26 to 29) is described that powder coatings can be hardened by close infrared radiation (NIR) high intensity, without it comes to a substantial heating up of the substrate. The NIR technology permits that to melt opens and the hardening by precipitation of powder coating coats in only one process step.

▲ top Task of the invention is it an improved procedure for the repair lacquer finish of defects in Einbrennlackierungen to make available in particular within Einbrennlackierungen manufactured using powder coatings which avoids the described disadvantages of the state of the art. The procedure should be in particular also suitably for repair lacquer finish more series-painted, industrially manufactured articles, in particular motor vehicles and their parts, for example in the framework one and/or. following a series lacquer finish.

The subject of the invention is therefore a procedure for the repair of defects in a Einbrennlackierung, which is characterized by the fact that the defect ready for the repair lacquer finish is coated with a powder coating coat means and the applied powder coating afterwards by illuminating with close infrared radiation (NIR) is melted and hardened.

With the procedure according to invention one or more defects within a Einbrennlackierung, in particular within a Einbrennlackierung applied from a powder coating coat means using a powder coating coat means are repair-painted. With the defects exhibiting Einbrennlackierungen it can concern for example around a layer post primers or over within a multilevel lacquer finish arranged films of varnish, for example over primings, filler layers and preferentially outside, visible color and/or effect-giving or in particular transparent finish coating layers. Preferred the procedure according to invention can be inserted with the repair more burned by defects within, from powder coatings, in particular powder clear lacquers of erstellter coat layers. Particularly preferentially the procedure according to invention can be inserted with the repair of defects within on motor vehicles and their parts of applied Einbrennlackierungen.

The expression defects means that it itself around locally limited, for example up to some square centimeters large, for example 1 mm < 2> to 100 cm < 2> large, incorrect places within Einbrennlackierungen acts. With the defects it can concern for example around damages such as scratches, for example assembly scratches, over coating disturbances such as Krater or depressions or dirt inclusions.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

It is pointed out that the powder coating coat means used for repair lacquer finish include aqueous preparing of the powder coating coat means, so-called aqueous Pulverlackslurries. Preferred in the procedure according to invention however powder coatings themselves are used.

The powder coatings used in the procedure according to invention as repair lacquers contain thermally hardenable or an foreigninterlacing binder system, prefer foreigninterlacing bonding agents/hardener combination. By bonding agents those is to be understood film screen end high-molecular component of a duroplastischen powder coating, those generally at least 50 Gew. - % of the underlying bonding agents/hardener combination constitutes, while the hardener component generally maximally 50 Gew. - amounts to % within this combination. The bonding agent basis is not subject to restrictions in principle. For example usual bonding agents used for powder coatings are suitable. Examples are polyester resins, (Meth) acryl copolymers, epoxy resins, phenolic resins, PU resins, Siloxanharze. The bonding agents exhibit for example glass transition temperatures preferentially from 30 to 120 DEG C, under 90 DEG C, and possess for example pay-middle mol masses (Mn) preferentially from 500 to 20000, under 10000. The hardeners possess z. B. pay-middle mol masses (Mn) from 84 to 3000, prefers under 2000. Different bonding agents and hardener can be mixed with one another.

Bonding agents and hardeners carry among themselves complementary reactive functional groups, which permit a thermal cross-linking reaction of the powder coating, for example by condensation reactions and/or addition reactions. Examples of such functional groups are groups of carboxyls, epoxy groups, aliphatic or aromatically bound hydroxyl groups, groups of isocyanates, blocked groups of isocyanates, groups of anhydrides, primary or secondary amino groups, blocked amino groups, for ring-opening addition enabled N-hetero-cyclic groups, like z. B. Oxazolingruppen, (Meth) acryloylgruppen, CH-acide groups such as z. B. Acetoacetatgruppen.

The selection with one another reacting of the groups is common the specialist. Different reactive groups can be combined if necessary. That can take place over bonding agents, which carry different reactive functional groups, or mixtures are used by different hardeners and/or bonding agents.

The different functional groups can be present at the bonding agent and/or hardener at the same time. The bonding agents as well as hardeners contain on the average at least 2 functional groups per molecule. The relationship from bonding agent to hardener amounts to generally for example 98: 2 to 50: 50. Preferred it lies between 95: 5 and 70: 30.

Examples of in powder coatings usual bonding agents/hardener systems are polyester resins with low-molecular epoxy or hydroxyalkyl amide hardeners, Epoxy/polyester of hybrid systems, epoxy resins with Dicyandiamidhärtern, carbonic acid hardeners or phenolic hardeners, hydroxyfunktionelle polyesters or (Meth) acryl copolymers with blocked Polyisocyanaten, epoxy-functional (Meth) acryl copolymers with carbonic acid or carbonic acid-anhydride-harder.

In particular in case of the repair Klarlacküberzügen burned by defects in outside, visible, in the procedure according to invention as repair lacquers prefers such powder clear lacquers begun, which contain as bonding agents epoxy-functional (Meth) acryl copolymers, in particular of Glycidyl (meth) of acrylate copolymers with an epoxy equivalent weight between 250 and 700 and as hardener one or more low-molecular and/or polymere connections with on the average 2 or more carboxyl functions per molecule and/or anhydride of it. Preferential hardeners are firm aliphatic dicarbonic acids and/or their anhydrides like in particular Dodecandicarbonsäure, which can be used also in the mixture with carboxyl-functional polyesters.

According to invention the powder coatings used in the procedure know usual powder coating additives in usual quantities from for example 0.1 to 5 Gew. - % contain. Examples of such additives are process means, degassing means such as z. B. Benzoin, Antioxidantien, light-protective, matt finish means, color and/or effect-giving inorganic and/or organic pigments and/or fillers, coloring materials, adhesion mediators, lubricants, catalysts as well as rheology-steering means.

If covering pigments or effect pigments are used, then it acts over to the repair of defects in color and/or effect-giving films of varnish applicable powder coating coat means. Become no or colorless pigments, z. B. then it acts mikronisiertes titanium dioxide or silicon dioxide, assigned, over to the repair of defects in clear films of varnish applicable powder clear paint coat means.

The production of the powder coatings used in the procedure according to invention as repair lacquer can take place according to the usual methods for the production from powder coatings, for example via extruding the powder coating formulated finished by dry mixing of all necessary components in form of a pasty melt, cooling of the melt, Grobzerkleinerung, Feinmahlung and if necessary sieving downstream on desired grain fineness, for example on middle particle sizes from 10 to 90  $\mu$  m.

The procedure according to invention can be accomplished using fine-grained powder coating, for example with middle particle sizes from 1 to 40  $\mu$  m. Fine-grained powder coating or powder coating fine grain can be manufactured purposefully, results however for example with powder coating production or with the powder coating application as actually unwanted material and can thus in the procedure according to invention meaningfully be used.

The powder coatings can be used also as aqueous Pulverlackslurry. In addition they can be transferred of a powder coating melt or an organic powder coating solution in water for example by drying or wet grinding or by intensive dispersing into an aqueous Pulverlackslurry, which can be released if necessary by Abdestillieren from organic solvent.

Preferred according to invention the powder coatings used in the procedure exhibit the same solid composition as before the lacquer assigned for the production those which can be repaired, defects exhibiting baking enamel layer. Preferred it acts thereby around a repair of defects in burned powder coating layers. Both with the Erstlackierung and during the repair lacquer finish according to invention powder coatings with identical composition are used. This is in particular favourable with the repair clear films of varnish burned by defects in outside, visible. For example self-color and refractive index deviate from first and repair lacquer finish then not from each other.

In the procedure according to invention defects in a Einbrennlackierung are repaired using powder coatings as repair lacquers. The defects can be directly for the repair lacquer finish ready or become them the repair lacquer finish

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



prepared, for example by loops, milling or treatment of the defects with a laser. Generally the defects before order of the powdered repair lacquer are at least cleaned. In addition it is appropriate to protect the error free coated surface portions of the surface against a pollution for example by taking, masking with tape off with tape or by applying a taking off lacquer around the defects which can be repaired.

The defects ready for the repair lacquer finish can independently of it, whether they are on horizontal or vertical surfaces with the powder coating coat means are coated, for example mechanically, for example effected via Aufstreuen, Aufbürsten or Aufpinseln or the application via spraying on with the application mechanisms usual for it. Mechanical applying is suitable in particular for fine-grained powder coating material. Spraying on can take place for example electrostatically supported, z. B. by Corona or Tribo Sprühorganen.

In the procedure according to invention after the application of the powder coating or after application and drying process of the aqueous Pulverlackslurry the powder coating composition applied on the defect is melted and hardened by illuminating with NIR radiation, preferentially with NIR radiation of high intensity. In the case of NIR radiation it acts around short-wave infrared radiation of the wavelength coverage from approximately 760 to approximately 1500 Nm, prefers themselves 760 to 1200 Nm. Radiation sources for NIR radiation are for example usual NIR high-energy emitters, which can radiate laminar, or line or punctiformly focused. Such NIR emitters are commercially available (for example of the company Industrie SerVis). For example 2, to for example 15 MW/m<sup>2</sup> concerns high speed halogen emitters with < a radiation intensity > of generally more than 1 W/cm<sup>2</sup>, prefers more than 10 W/cm<sup>2</sup>. The emitters reach for example an emitter surface temperature (glow spiral temperature) between 2000 and 3000 K. Suitable emitters exhibit for example an emission spectrum with a maximum between 750 and 1200 Nm.

The irradiation time area amounts to in the procedure according to invention for example 1 to 300 seconds. During the irradiation the powder coating applied for the repair of the defect melts and hardens for example within 1 to 300 seconds, preferentially within 5 to 60 seconds out.

The irradiation can in one with one or more NIR emitters equipped volume plant or with an NIR emitter, before the object which can be illuminated and/or. the place which can be illuminated one positions, to be accomplished.

The first mentioned possibility is offered for example on during the repair lacquer finish of individual parts or of objects, with which in a step several defects are to be repaired. The volume speed and thus the irradiation duration can be varied. For example can be stopped volume speeds of 1 to 7 m/min, which can correspond for example to irradiation times from 2 to 20 seconds. The distance between NIR emitters and object surface knows z. B. 1 to 60 cm, prefers 4 to 20 cm amounted to.

With the second possibility the NIR emitter before the object which can be illuminated becomes and/or. the zubestrahlenden place positions. The irradiation duration knows z. B. 1 to 300 seconds amount to, the object distance z. B. 1 to 60 cm, prefers 4 to 20 cm.

The different irradiation parameters, like volume speed and/or. Can be adapted to irradiation duration, object distance, radiating power of the used NIR emitter by the specialist according to the needs of the respective task of repair.

Also possible a combination of NIR irradiation and heat supply is to be inserted by means of conventional heat sources such as convection heaters or usual longer-wave infrared emitters for hardening by precipitation.

After the hardening by precipitation of the powder coating by NIR irradiation, applied for the repair of defects, it can be appropriate to smooth the repaired place for example through foremen.

With the procedure according to invention defects in einschichtigen Einbrennlackierungen can be repaired. Likewise also defects in a baking enamel layer arranged within a multi-layer lacquer finish can be repaired with the procedure according to invention. At least two cases can be differentiated:

1. Application of one or several lower (substratenear) films of varnish, if necessary drying process or hardening of these, application according to invention of powder repair lacquer (or aqueous Pulverreparaturlackslurry), melt opens and hardening by precipitation (dried) of the powder coating layer by NIR irradiation, if necessary overpainting with further coat layers. For example in case of one defect within a clear film of varnish color and/or to effect-giving basis lacquer clear lacquer of a two-layer lacquer finish, which can be repaired, first color and/or effect-giving basis film of varnish from a basis paint coat means can be laid on on the defect of the Einbrennlackierung ready for the repair lacquer finish, if necessary ventilated and/or burned and afterwards a powder clear lacquer applied and by NIR irradiation melted and hardened.
2. Application according to invention of powder repair lacquer (or Pulverreparaturlackslurry), melt opens and hardening by precipitation (dried) of the powder coating layer by NIR irradiation, if necessary overpainting with further coat layers. For example in case of one defect within a filler layer, which can be repaired, a powder filler is applied and melted and hardened by NIR irradiation, before for example with basis lacquer and clear lacquer one over-paints. For example the over painting with basis lacquer and clear lacquer can take place in the context of the Erstlackierung or in the context of a repair lacquer finish at the finished firstpainted object. Another example is one defect which can be repaired within a clear film of varnish color and/or effect-giving basis lacquer clear lacquer of a two-layer lacquer finish. Here for example one can be applied up to the basis film of varnish or still more deeply rebored defect a powder clear lacquer and not melted and not hardened by NIR irradiation on the defect ready for the repair.

The procedure according to invention permits the repair lacquer finish of defects in Einbrennlackierungen, in particular within Einbrennlackierungen manufactured using powder coatings. The initially described disadvantages of the state of the art can be avoided. The procedure is suitably more series-painted for repair lacquer finish, industrially manufactured articles, especially it is suitable for the repair of defects within in the context of the automobile or automobile partial series lacquer finish produced powder coating layers, in particular powder deck and powder clear films of varnish.

Example

On a hood with a typical structure of series lacquer finish from cathodically separated priming, filler, basis-lacquer and

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

locking powder clear film of varnish is a dirt particle within the powder clear film of varnish.

The dirt particle is eliminated by loops, without penetrating into the basis film of varnish. It develops one approx. 0.5 cm<sup>2</sup> large defect in the powder clear film of varnish, ready for the repair. The range which can be repaired is distinguished from the error free surface by masking with tape with tape with heat-stable foil.

On the defect ready for the repair by electrostatic squirting the same powder clear lacquer is laid on, as before the powder clear lacquer assigned for the production of the Erstlackierung.

In the distance of 100 mm of the defect coated with powder clear lacquer an NIR emitter of the companies becomes Industry SerVis positions. It becomes 8 seconds with an output of 400 kW/m<sup>2</sup> illuminated, within those the powder clear lacquer melts and completely hardens.

Subsequently, the dry film resist is removed and the repaired place is small-area polished using a commercial lapping compound.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 27 041 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 05 D 3/06**  
B 05 D 1/12  
C 09 D 5/03  
C 08 J 3/28

②1 Aktenzeichen: 199 27 041.4  
②2 Anmeldetag: 14. 6. 1999  
④3 Offenlegungstag: 21. 12. 2000

DE 199 27 041 A 1

⑦1 Anmelder:  
Herberts GmbH & Co. KG, 42285 Wuppertal, DE

⑦4 Vertreter:  
Gille Hrabal Struck Neidlein Prop Roos, 40593  
Düsseldorf

⑦2 Erfinder:  
Thiele, Olaf, Dipl.-Ing., 84051 Essenbach, DE; Rettig,  
Armin, Dipl.-Ing., 84051 Essenbach, DE

⑤6 Entgegenhaltungen:  
DE 38 33 225 A1  
K. Bär: Sekundenschnelle Aushärtung von Pulver-  
lacken, JOT 1998/2, S. 26-29;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zur Reparaturlackierung von Fehlstellen in Einbrennlackierungen mit Pulverlacken

⑤7 Verfahren zur Reparatur von Fehlstellen in einer Einbrennlackierung, bei dem die zur Reparaturlackierung bereitete Fehlstelle mit einem Pulverlacküberzugsmittel oder einer wäßrigen Pulverlackslurry beschichtet wird und der aufgetragene Pulverlack anschließend durch Bestrahlen mit Nahinfrarot-Strahlung (NIR) aufgeschmolzen und ausgehärtet wird.

DE 199 27 041 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft die Reparaturlackierung von Defekten innerhalb eingebrannter Überzugsschichten mit Pulverüberzugsmitteln.

Lackdefekte wie beispielsweise Krater, Dellen, Kratzer oder Schmutzeinschlüsse innerhalb von Einbrennüberzugsschichten, beispielsweise innerhalb von aus Pulverlacken hergestellten eingebrannten Überzugsschichten können mit Flüssiglacken repariert werden. Der Reparaturvorgang ist zeitaufwendig und arbeitsintensiv. Beispielsweise bedingt die Aushärtung des Reparaturlacks die Einwirkung erhöhter Temperaturen während eines ausreichend langen Zeitraums. Handelt es sich bei den reparaturzulackierenden Substraten um temperaturempfindliche Substrate, so kann die Objekttemperatur nicht beliebig hoch gewählt werden. Im Falle reparaturzulackierender Substrate mit einem gemischten Aufbau aus temperaturempfindlichen und temperaturunempfindlichen Bauteilen wird im allgemeinen so verfahren, daß die temperaturempfindlichen Bauteile vor der Temperatureinwirkung, beispielsweise im Einbrennofen abgebaut und anschließend wieder angebaut werden. Diese Maßnahmen behindern und verteuern insbesondere Serienlackierprozesse, beispielsweise die Lackierung von Automobilen mit Füller-, Deck- oder Klarlacken.

Ein besonderes Problem bei der Reparaturlackierung von äußeren, sichtbaren, aus Pulverlacken hergestellten Einbrenndecklackierungen mit Flüssiglacken ist es, die Reparaturlackierung so auszuführen, daß die reparierte Stelle optisch nicht auffällt, beispielsweise hinsichtlich Farbtonübereinstimmung oder Glanz. Im Fall der Reparatur eingebrannter Pulverklarlacksschichten darf sich zudem keine wesentliche Abweichung zwischen den Brechzahlen des eingebrannten Pulverklarlackes und des ausgehärteten Reparaturklarlackes ergeben.

Verfahren zur Reparatur von Fehlstellen in Lackschichten unter Vermeidung der üblichen thermischen Aushärtung durch Konvektion oder gewöhnliche IR-Bestrahlung sind aus den DE-A-38 33 225, DE-A-197 20 894 und DE-A-197 20 946 bekannt. Die dort beschriebenen Verfahren arbeiten mit Laserlicht als Energiequelle für die Aushärtung des Reparaturlacks.

Aus der EP-A-0 842 710 ist ein Verfahren zur Reparatur von Fehlstellen in Pulverlacksschichten bekannt, bei dem in die zur Reparatur vorbereitete, beispielsweise ausgeschliffene oder ausgefräste Fehlstelle ein Füllkörper eingesetzt und damit verbunden wird. Bevorzugt entspricht der Füllkörper dabei den Abmessungen der vorbereiteten Fehlstelle. Die EP-A-0 887 118 verbessert das aus EP-A-0 842 710 bekannte Verfahren hinsichtlich der erreichbaren Qualität der reparierten Fehlstelle, indem das aus EP-A-0 842 710 bekannte Verfahren so ausgeführt wird, daß die Verbindung von Füllkörper und Fehlstelle unter Einwirkung von Druck erfolgt. Die Verfahren der EP-A-0 842 710 und EP-A-0 887 118 vermeiden zwar die Nachteile der Reparatur von Fehlstellen in Pulverlacksschichten mittels flüssigen Lacken, sind aber dennoch aufwendig aufgrund der notwendigen Bereitstellung der Füllkörper, insbesondere in der der zu reparierenden Fehlstelle angepaßten Abmessung.

In dem Beitrag "Sekundenschnelle Aushärtung von Pulverlack" (Kai Bär, JOT 2/98, Seite 26 bis 29) wird beschrieben, daß sich Pulverlacke mit Hilfe von Nahinfrarot-Strahlung (NIR) hoher Intensität aushärten lassen, ohne daß es zu einer wesentlichen Erwärmung des Substrates kommt. Die NIR-Technologie erlaubt das Aufschmelzen und die Aushärtung von Pulverlacküberzügen in einem einzigen Prozeßschritt.

Aufgabe der Erfindung ist es ein verbessertes Verfahren

zur Reparaturlackierung von Fehlstellen in Einbrennlackierungen, insbesondere innerhalb von unter Verwendung von Pulverlacken hergestellten Einbrennlackierungen bereitzustellen, das die beschriebenen Nachteile des Standes der Technik vermeidet. Das Verfahren soll insbesondere auch geeignet sein zur Ausbesserungslackierung serienlackierter, industriell hergestellter Gegenstände, insbesondere Kraftfahrzeuge und deren Teile, beispielsweise im Rahmen einer bzw. im Anschluß an eine Serienlackierung.

Gegenstand der Erfindung ist daher ein Verfahren zur Reparatur von Fehlstellen in einer Einbrennlackierung, das dadurch gekennzeichnet ist, daß die zur Reparaturlackierung bereite Fehlstelle mit einem Pulverlacküberzugsmittel beschichtet wird und der aufgetragene Pulverlack anschließend durch Bestrahlen mit Nahinfrarot-Strahlung (NIR) aufgeschmolzen und ausgehärtet wird.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren werden die ein oder mehreren Fehlstellen innerhalb einer Einbrennlackierung, insbesondere innerhalb einer aus einem Pulverlacküberzugsmittel aufgetragenen Einbrennlackierung unter Verwendung eines Pulverlacküberzugsmittels reparaturlackiert. Bei den Fehlstellen aufweisenden Einbrennlackierungen kann es sich beispielsweise um Einschichtdecklackierungen oder um innerhalb einer mehrschichtigen Lackierung angeordnete Lackschichten handeln, beispielsweise um Grundierungen, Füllerschichten und bevorzugt um äußere, sichtbare farb- und/oder effektgebende oder insbesondere transparente Decklackschichten. Bevorzugt kann das erfindungsgemäße Verfahren eingesetzt werden bei der Reparatur von Fehlstellen innerhalb eingebrannter, aus Pulverlacken, insbesondere Pulverklarlacken erstellter Überzugsschichten. Besonders bevorzugt kann das erfindungsgemäße Verfahren eingesetzt werden bei der Reparatur von Fehlstellen innerhalb von auf Kraftfahrzeuge und deren Teile aufgetragenen Einbrennlackierungen.

Der Ausdruck Fehlstellen bedeutet, daß es sich um lokal begrenzte, beispielsweise bis zu einige Quadratzentimeter große, beispielsweise 1 mm<sup>2</sup> bis 100 cm<sup>2</sup> große, fehlerhafte Stellen innerhalb von Einbrennlackierungen handelt. Bei den Fehlstellen kann es sich beispielsweise um Beschädigungen wie Kratzer, beispielsweise Montagekratzer, um Beschichtungsstörungen wie Krater oder Dellen oder um Schmutzeinschlüsse handeln.

Es sei darauf hingewiesen, daß die zur Reparaturlackierung eingesetzten Pulverlacküberzugsmittel wäßrige Zubereitungen der Pulverlacküberzugsmittel, sogenannte wäßrige Pulverlackslurries einschließen. Bevorzugt werden im erfindungsgemäßen Verfahren jedoch Pulverlacke selbst eingesetzt.

Die im erfindungsgemäßen Verfahren als Reparaturlacke eingesetzten Pulverlacke enthalten ein thermisch aushärtbares selbst- oder fremdvernetzendes Bindemittelsystem, bevorzugt eine fremdvernetzende Bindemittel/Härter-Kombination. Unter Bindemittel ist die filmbildende höhermolekulare Komponente eines duroplastischen Pulverlackes zu verstehen, die im allgemeinen mindestens 50 Gew.-% der zugrundeliegenden Bindemittel/Härter-Kombination ausmacht, während die Härterkomponente im allgemeinen maximal 50 Gew.-% innerhalb dieser Kombination beträgt. Die Bindemittelbasis unterliegt keinen prinzipiellen Beschränkungen. Geeignet sind beispielsweise übliche für Pulverlacke eingesetzte Bindemittel. Beispiele sind Polyesterharze, (Meth)acrylpolymere, Epoxidharze, Phenolharze, Polyurethanharze, Siloxanharze. Die Bindemittel weisen beispielsweise Glasübergangstemperaturen von 30 bis 120°C, bevorzugt unter 90°C, auf und besitzen beispielsweise zahlenmittlere Molmassen (Mn) von 500 bis 20000, bevorzugt unter 10000. Die Härter besitzen z. B. zahlenmitt-

lere Molmassen (Mn) von 84 bis 3000, bevorzugt unter 2000. Es können verschiedene Bindemittel und Härter miteinander gemischt werden.

Bindemittel und Härter tragen untereinander komplementär reaktive funktionelle Gruppen, die eine thermische Vernetzungsreaktion des Pulverlackes erlauben, beispielsweise durch Kondensationsreaktionen und/oder Additionsreaktionen. Beispiele für solche funktionelle Gruppen sind Carboxylgruppen, Epoxidgruppen, aliphatisch oder aromatisch gebundene Hydroxylgruppen, Isocyanatgruppen, blockierte Isocyanatgruppen, Anhydridgruppen, primäre oder sekundäre Aminogruppen, geblockte Aminogruppen, zur ringöffnenden Addition befähigte N-heterocyclische Gruppen, wie z. B. Oxazolingruppen, (Meth)acryloylgruppen, CH-acide Gruppen wie z. B. Acetoacetatgruppen.

Die Auswahl der miteinander reagierenden Gruppen ist dem Fachmann geläufig. Es können gegebenenfalls verschiedene reaktive Gruppen miteinander kombiniert werden. Das kann über Bindemittel geschehen, die verschiedene reaktive funktionelle Gruppen tragen, oder es werden Gemische von unterschiedlichen Härtern und/oder Bindemitteln eingesetzt.

Die verschiedenen funktionellen Gruppen können zugleich am Bindemittel und/oder Härter vorhanden sein. Die Bindemittel sowie auch Härter enthalten im Mittel mindestens 2 funktionelle Gruppen pro Molekül. Das Verhältnis von Bindemittel zu Härter beträgt im allgemeinen beispielsweise 98 : 2 bis 50 : 50. Bevorzugt liegt es zwischen 95 : 5 und 70 : 30.

Beispiele für in Pulverlacken übliche Bindemittel/Härter-Systeme sind Polyesterharze mit niedermolekularen Epoxid- oder Hydroxyalkylamidhärtern, Epoxy/Polyester-Hybridssysteme, Epoxidharze mit Dicyandiamidhärtern, Carbonsäurehärtern oder phenolischen Härtern, hydroxyfunktionelle Polyester oder (Meth)acrylcopolymere mit blockierten Polyisocyanaten, epoxidfunktionelle (Meth)acrylcopolymere mit Carbonsäure- oder Carbonsäureanhydrid-Härtern.

Insbesondere im Falle der Reparatur von Fehlstellen in äußeren, sichtbaren, eingebrannten Klarlacküberzügen werden im erfindungsgemäßen Verfahren als Reparaturlacke bevorzugt solche Pulverklarlacke eingesetzt, die als Bindemittel epoxidfunktionelle (Meth)acrylcopolymere, insbesondere Glycidyl(meth)acrylatcopolymere mit einem Epoxidäquivalentgewicht zwischen 250 und 700 und als Härter ein oder mehrere niedermolekulare und/oder polymere Verbindungen mit durchschnittlich 2 oder mehr Carboxylfunktionen pro Molekül und/oder Anhydride davon enthalten. Bevorzugte Härter sind feste aliphatische Dicarbonsäuren und/oder deren Anhydride wie insbesondere Dodecandicarbonsäure, die auch im Gemisch mit carboxylfunktionellen Polyestern verwendet werden können.

Die im erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzten Pulverlacke können übliche Pulverlackadditive in üblichen Mengenanteilen von beispielsweise 0,1 bis 5 Gew.-% enthalten. Beispiele für solche Additive sind Verlaufsmittel, Entgasungsmittel wie z. B. Benzoin, Antioxidantien, Lichtschutzmittel, Mattierungsmittel, farb- und/oder effektgebende anorganische und/oder organische Pigmente und/oder Füllstoffe, Farbstoffe, Haftvermittler, Gleitmittel, Katalysatoren sowie rheologiesteuernde Mittel.

Werden deckende Pigmente oder Effektpigmente eingesetzt, so handelt es sich um zur Reparatur von Fehlstellen in farb- und/oder effektgebenden Lackschichten einsetzbare Pulverlacküberzugsmittel. Werden keine oder farblose Pigmente, z. B. mikronisiertes Titandioxid oder Siliciumdioxid, eingesetzt, so handelt es sich um zur Reparatur von Fehlstellen in Klarlackschichten einsetzbare Pulverklarlacküber-

zugsmittel.

Die Herstellung der im erfindungsgemäßen Verfahren als Reparaturlack eingesetzten Pulverlacke kann nach den üblichen Methoden zur Herstellung von Pulverlacken erfolgen, beispielsweise durch Extrudieren des durch trockenes Mischen aller benötigten Komponenten fertig formulierten Pulverlackes in Form einer pastösen Schmelze, Abkühlen der Schmelze, Grobzerkleinerung, Feinmahlung und gegebenenfalls nachgeschaltetes Sieben auf gewünschte Kornfeinheit, beispielsweise auf mittlere Teilchengrößen von 10 bis 90 µm.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann unter Verwendung von feinkörnigem Pulverlack, beispielsweise mit mittleren Teilchengrößen von 1 bis 40 µm durchgeführt werden. Feinkörniger Pulverlack oder Pulverlackfeinkorn kann gezielt hergestellt werden, fällt aber beispielsweise bei der Pulverlackproduktion oder bei der Pulverlackapplikation als an sich unerwünschtes Material an und kann somit im erfindungsgemäßen Verfahren sinnvoll verwendet werden.

Die Pulverlacke können auch als wäßrige Pulverlackslurry verwendet werden. Dazu können sie beispielsweise durch Trocken- oder Naßvermahlung oder durch intensives Dispergieren einer Pulverlackschmelze oder organischen Pulverlacklösung in Wasser in eine wäßrige Pulverlackslurry überführt werden, die gegebenenfalls durch Abdestillieren von organischem Lösemittel befreit werden kann.

Bevorzugt weisen die im erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzten Pulverlacke die gleiche Festkörperzusammensetzung auf wie der zuvor zur Herstellung der zu reparierenden, Fehlstellen aufweisenden Einbrennlackschicht eingesetzte Lack. Bevorzugt handelt es sich dabei um eine Reparatur von Fehlstellen in eingebrannten Pulverlackschichten. Dabei werden sowohl bei der Erstlackierung als auch bei der erfindungsgemäßen Reparaturlackierung Pulverlacke mit identischer Zusammensetzung verwendet. Dies ist insbesondere vorteilhaft bei der Reparatur von Fehlstellen in äußeren, sichtbaren, eingebrannten Klarlackschichten. Beispielsweise weichen Eigenfarbe und Brechungsindex von Erst- und Reparaturlackierung dann nicht voneinander ab.

Im erfindungsgemäßen Verfahren werden Fehlstellen in einer Einbrennlackierung unter Verwendung von Pulverlacken als Reparaturlacke repariert. Die Fehlstellen können direkt zur Reparaturlackierung bereit sein oder sie werden zur Reparaturlackierung vorbereitet, beispielsweise durch Schleifen, Fräsen oder Bearbeitung der Fehlstellen mit einem Laser. Im allgemeinen werden die Fehlstellen vor Auftrag des pulverförmigen Reparaturlackes zumindest gereinigt. Außerdem ist es zweckmäßig, die fehlerfrei beschichteten Flächenanteile der Oberfläche vor einer Verunreinigung zu schützen, beispielsweise durch Abdecken, Abkleben oder durch Aufbringung eines Abziehlackes um die zu reparierenden Fehlstellen.

Die zur Reparaturlackierung bereiten Fehlstellen können unabhängig davon, ob sie sich auf horizontalen oder vertikalen Flächen befinden mit dem Pulverlacküberzugsmittel beschichtet werden, beispielsweise mechanisch, beispielsweise durch Aufstreuen, Aufbürsten oder Aufpinseln oder die Applikation erfolgt durch Aufspritzen mit den dafür üblichen Applikationseinrichtungen. Das mechanische Aufbringen eignet sich insbesondere für feinkörniges Pulverlackmaterial. Das Aufspritzen kann beispielsweise elektrostatisch unterstützt erfolgen, z. B. mit Hilfe von Corona- oder Tribo-Sprühorganen.

Im erfindungsgemäßen Verfahren wird nach der Applikation des Pulverlackes oder nach Applikation und Trocknung der wäßrigen Pulverlackslurry die auf die Fehlstelle aufgebraachte Pulverlackzusammensetzung durch Bestrahlen mit NIR-Strahlung, bevorzugt mit NIR-Strahlung hoher Intensi-

tät, aufgeschmolzen und ausgehärtet. Bei NIR-Strahlung handelt es sich um kurzwellige Infrarot-Strahlung des Wellenlängenbereichs von etwa 760 bis etwa 1500 nm, bevorzugt 760 bis 1200 nm. Strahlungsquellen für NIR-Strahlung sind beispielsweise übliche energiereiche NIR-Strahler, die flächig, oder Linien- oder punktförmig fokussiert abstrahlen können. Derartige NIR-Strahler sind kommerziell erhältlich (beispielsweise von der Firma Industrie SerVis). Es handelt sich beispielsweise um Hochleistungshalogenstrahler mit einer Strahlungsdichte von im allgemeinen mehr als 1 W/cm<sup>2</sup>, bevorzugt mehr als 10 W/cm<sup>2</sup>, bis beispielsweise 15 MW/m<sup>2</sup>. Die Strahler erreichen beispielsweise eine Strahleroberflächentemperatur (Glühwendeltemperatur) zwischen 2000 und 3000 K. Geeignete Strahler weisen beispielsweise ein Emissionsspektrum mit einem Maximum zwischen 750 und 1200 nm auf.

Der Bestrahlungszeitraum beträgt im erfindungsgemäßen Verfahren beispielsweise 1 bis 300 Sekunden. Bei der Bestrahlung schmilzt der zur Ausbesserung der Fehlstelle aufgetragene Pulverlack auf und härtet zum Beispiel innerhalb von 1 bis 300 Sekunden, bevorzugt innerhalb von 5 bis 60 Sekunden aus.

Die Bestrahlung kann in einer mit einem oder mehreren NIR-Strahlern ausgestatteten Bandanlage oder mit einem NIR-Strahler, der vor dem zu bestrahlenden Objekt bzw. der zu bestrahlenden Stelle positioniert wird, durchgeführt werden.

Die erstgenannte Möglichkeit bietet sich beispielsweise an bei der Reparaturlackierung von Einzelteilen oder von Objekten, bei denen in einem Schritt mehrere Fehlstellen repariert werden sollen. Dabei können die Bandgeschwindigkeit und damit die Bestrahlungsdauer variiert werden. Beispielsweise können Bandgeschwindigkeiten von 1 bis 7 m/min eingestellt werden, was beispielsweise Bestrahlungszeiten von 2 bis 20 Sekunden entsprechen kann. Der Abstand zwischen NIR-Strahler und Objektoberfläche kann z. B. 1 bis 60 cm, bevorzugt 4 bis 20 cm betragen.

Bei der zweiten Möglichkeit wird der NIR-Strahler vor dem zu bestrahlenden Objekt bzw. der zu bestrahlenden Stelle positioniert. Die Bestrahlungsdauer kann z. B. 1 bis 300 Sekunden betragen, der Objektabstand z. B. 1 bis 60 cm, bevorzugt 4 bis 20 cm.

Die verschiedenen Bestrahlungsparameter, wie Bandgeschwindigkeit bzw. Bestrahlungsdauer, Objektabstand, Strahlungsleistung des verwendeten NIR-Strahlers können vom Fachmann entsprechend den Bedürfnissen der jeweiligen Reparaturaufgabe angepaßt werden.

Es ist auch möglich zur Aushärtung eine Kombination aus NIR-Bestrahlung und Wärmezufuhr mittels konventionellen Wärmequellen wie Konvektionsöfen oder gewöhnlichen längerwelligen Infrarotstrahlern einzusetzen.

Nach der Aushärtung des zur Ausbesserung von Fehlstellen aufgetragenen Pulverlacks durch NIR-Bestrahlung kann es zweckmäßig sein, die reparierte Stelle zu glätten, beispielsweise durch Polieren.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können Fehlstellen in einschichtigen Einbrennlackierungen repariert werden. Ebenso können mit dem erfindungsgemäßen Verfahren auch Fehlstellen in einer innerhalb einer Mehrschichtlackierung angeordneten Einbrennlackschicht repariert werden. Dabei können zumindest zwei Fälle unterschieden werden:

1. Applikation einer oder mehrerer unterer (substratnäherer) Lackschichten, gegebenenfalls Trocknung oder Härtung dieser, erfindungsgemäße Applikation von Pulverreparaturlack (oder wäßriger Pulverreparaturlackslurry), Aufschmelzen und Aushärtung der (getrockneten) Pulverlackschicht durch NIR-Bestrahlung,

gegebenfalls Überlackierung mit weiteren Überzugsschichten. Beispielsweise im Falle einer zu reparierenden Fehlstelle innerhalb einer Klarlackschicht einer farb- und/oder effektgebenden Basislack-Klarlack-Zweischichtlackierung kann zunächst die farb- und/oder effektgebende Basislackschicht aus einem Basislacküberzugsmittel auf die zur Reparaturlackierung bereite Fehlstelle der Einbrennlackierung aufgetragen, gegebenenfalls abgelüftet und/oder eingebrannt und danach ein Pulverklarlack aufgebracht und durch NIR-Bestrahlung aufgeschmolzen und ausgehärtet werden.

2. Erfindungsgemäße Applikation von Pulverreparaturlack (oder Pulverreparaturlackslurry), Aufschmelzen und Aushärtung der (getrockneten) Pulverlackschicht durch NIR-Bestrahlung, gegebenenfalls Überlackierung mit weiteren Überzugsschichten. Beispielsweise im Falle einer zu reparierenden Fehlstelle innerhalb einer Füllerschicht wird ein Pulverfüller aufgebracht und durch NIR-Bestrahlung aufgeschmolzen und ausgehärtet, bevor beispielsweise mit Basislack und Klarlack überlackiert wird. Beispielsweise kann das Überlackieren mit Basislack und Klarlack im Rahmen der Erstlackierung oder im Rahmen einer Reparaturlackierung am fertig erstlackierten Objekt stattfinden. Ein anderes Beispiel ist eine zu reparierende Fehlstelle innerhalb einer Klarlackschicht einer farb- und/oder effektgebenden Basislack-Klarlack-Zweischichtlackierung. Hier kann auf die zur Reparatur bereite Fehlstelle, beispielsweise eine nicht bis auf die Basislackschicht oder noch tiefer ausgeschliffene Fehlstelle ein Pulverklarlack aufgebracht und durch NIR-Bestrahlung aufgeschmolzen und ausgehärtet werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren gestattet die Reparaturlackierung von Fehlstellen in Einbrennlackierungen, insbesondere innerhalb von unter Verwendung von Pulverlacken hergestellten Einbrennlackierungen. Die eingangs beschriebenen Nachteile des Standes der Technik können vermieden werden. Das Verfahren ist geeignet zur Ausbesserungslackierung serienlackierter, industriell hergestellter Gegenstände, insbesondere ist es geeignet zur Reparatur von Fehlstellen innerhalb von im Rahmen der Automobil- oder Automobilteileserienlackierung erzeugten Pulverlackschichten, insbesondere Pulverdeck- und Pulverklarlackschichten.

#### Beispiel

Auf einer Motorhaube mit einem typischen Serienlackierungsaufbau aus kathodisch abgeschiedener Grundierung, Füller-, Basislack- und abschließender Pulverklarlackschicht befindet sich ein Schmutzpartikel innerhalb der Pulverklarlackschicht.

Das Schmutzpartikel wird durch Schleifen beseitigt, ohne in die Basislackschicht einzudringen. Es entsteht eine ca. 0,5 cm<sup>2</sup> große, zur Reparatur bereite Fehlstelle in der Pulverklarlackschicht. Der zu reparierende Bereich wird von der fehlerfreien Oberfläche durch Abkleben mit hitzestabiler Folie abgegrenzt.

Auf die zur Reparatur bereite Fehlstelle wird durch elektrostatisches Spritzen der gleiche Pulverklarlack aufgetragen, wie der zuvor zur Herstellung der Erstlackierung eingesetzte Pulverklarlack.

Im Abstand von 100 mm von der mit Pulverklarlack beschichteten Fehlstelle wird ein NIR-Strahler der Fa. Industrie SerVis positioniert. Es wird 8 Sekunden mit einer Leistung von 400 kW/m<sup>2</sup> bestrahlt, innerhalb derer der Pulverklarlack aufschmilzt und vollständig aushärtet.

Anschließend wird die Abdeckfolie entfernt und die repa-



rierte Stelle wird unter Verwendung einer handelsüblichen Schleifpaste kleinflächig poliert.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Reparatur von Fehlstellen in einer Einbrennlackierung, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zur Reparaturlackierung bereite Fehlstelle mit einem Pulverlacküberzugsmittel oder einer wäßrigen Pulverlackslurry beschichtet wird und der aufgebrachte Pulverlack anschließend durch Bestrahlen mit Nahinfrarot-Strahlung (NIR) aufgeschmolzen und ausgehärtet wird. 5
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es zur Reparatur von Fehlstellen innerhalb ein- 15 gebrannter, aus Pulverlacken erstellter Überzugsschichten durchgeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß es zur Reparatur von Fehlstellen innerhalb von auf Kraftfahrzeugen und deren Teilen auf- 20 brachten Einbrennlackierungen durchgeführt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß es zur Reparatur von Fehlstellen in äußeren, sichtbaren, eingebrannten Klarlack- 25 schichten durchgeführt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Fehlstellen zur Reparaturlackierung vorbereitet werden, insbesondere durch Schleifen, Fräsen, Bearbeitung der Fehlstellen mit einem Laser und/oder Reinigen. 30
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestrahlung mit NIR-Strahlung im Wellenlängenbereich von 760 bis 1500 nm erfolgt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, da- 35 durch gekennzeichnet, daß NIR-Strahler verwendet werden, die zur Anpassung an die zu reparierende Fehlstelle flächig, oder linien- oder punktförmig fokussiert abstrahlen können.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, da- 40 durch gekennzeichnet, daß die NIR-Bestrahlung kombiniert mit konventionellen Wärmequellen durchgeführt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, da- 45 durch gekennzeichnet, daß es mit einem Pulverlack oder einer wäßrigen Pulverlackslurry durchgeführt wird, die die gleiche Festkörperzusammensetzung aufweisen, wie der zuvor zur Herstellung der zu reparierenden, Fehlstellen aufweisenden Einbrennlackschicht 50 eingesetzte Lack.

55

60

65

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

- Leerseite -